



F 1000111670B



# SUOMI - FINLAND (FI)

## PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

### (12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT

(10) FI 111670 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

29.08.2003

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H02J 17/00

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20012062

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

24.10.2001

(24) Alkupäivä - Löpdag

24.10.2001

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

25.04.2003

(73) Haltija - Innehavare

1 •Patria Allon Oy, Naulakatu 3, 33100 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Tuominen, Juha, Partolantie 11 as. 105, 33950 Pirkkala, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab  
Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Langaton tehonsiirto  
Trådlös effektöverföring

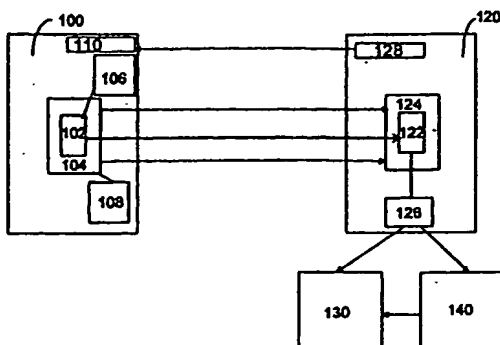
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 4034669 (H02J 17/00, F03D 9/02, // H01B 11/16, A01G 15/00), EP A 0734110 (H02J 4/00),  
US A 6114834 (H02J 7/00, B60K 21/00), WO A 99/21262 (H02J 17/00), WO A 98/13909 (H01S)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä tehon siirtämiseksi langattomasti järjestelmässä, joka käsittää teholähtimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, ja ainakin yhden tehovastaanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoiman valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi. Teholähtimen käsittämällä toisella valolähteellä lähetetään yhdensuuntaisesti ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille sovitettua valoa, jonka teho on pienitehosempaa kuin ensimmäisen valolähteen emittoiman valon teho. Tehovastaanottimen käsittämällä toisella fotodetektorilla ilmaistaan toisen valolähteen emittoima valo, ja lähetetään kontrollisignaali teholähtimelle, mikäli toisen valolähteen emittoima valo vastaanotetaan häiriöttä. Teholähtimen ensimmäinen valolähde käynnistetään, kun tehovastaanottimelta saadaan kontrollisignaali toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta.

Förfarande för trådlös överföring av effekt i ett system omfattande en effektsändare som omfattar en första ljuskälla och medel för inriktning av ljuset som den första ljuskällan emitterar i önskad riktning, och åtminstone en effektmottagare, som omfattar en första fotodetektor för mottagning och omvandling av det emitterade ljuset till elström. Med den andra ljuskällan som effektsändaren omfattar sänds i en riktning ljus, som är anordnat omkring ljuset som den första ljuskällan emitterat, med en effekt som är mindre än effekten för ljuset som den första ljuskällan emitterat. Med den andra fotodetektorn, som effektsändaren omfattar, indikeras ljuset som den andra ljuskällan emitterat och en kontrollsignal sänds till effektsändaren, ifall ljuset som den andra ljuskällan emitterat mottas utan störningar. Effektsändarens första ljuskälla startas, då en kontrollsignal erhålls från effektmottagaren om mottagning av ljuset som den andra ljuskällan emitterat.



## **Langaton tehonsiirto**

### **Keksinnön ala**

Keksintö liittyy langattomaan tehonsiirtoon ja erityisesti valolähteiden hyödyntämiseen siinä.

### **5 Keksinnön tausta**

Langatonta tehonsiirtoa on tunnetusti käytetty tilanteissa, joissa fyysisten johtimien ja kaapeleiden vetäminen teholähteen ja tehon kulutuspisteen välille on hankalaa, jopa mahdotonta. Sähkömekaanisissa laitteissa on perinteisesti käytetty induktiivisia elementtejä tehonsiirrossa esimerkiksi pyörivien tai muusta syystä toisistaan erotettujen komponenttien välillä. Induktiivista tehonsiirtoa käytetään myös esimerkiksi pienitehoisten akkujen lataamiseen. Induktiivisessa tehonsiirrossa tehon kulutus- tai latauspisteen tulee sijaita lähellä toisiaan ja nämä joudutaan usein eristämään ympäristöstä galvaanisesti, koska induktion aiheuttama sähkömagneettinen säteily saattaa aiheuttaa häiriöitä ympäröivissä laitteissa.

Tunnetaan myös ratkaisuja, joissa tehonsiirto suoritetaan radiotaajuuisena lähetyksenä lähettimeltä yhdelle tai useammalle vastaanottimelle, kuten radiotaajuiset tunnistus- ja avainkortit. Tällainen ratkaisu sopii vain hyvin vähäisen tehon siirtämiseen, koska lähetykseen käytettävän kokonaistehon kohdistaminen määrätyille vastaanottaville antennille on hankalaa ja käytännössä siirtohäviöt ovat erittäin suuret. Lisäksi radiotaajuisessa tehonsiirrossa hyötysuhde heikkenee voimakkaasti etäisyyden funktiona.

Eräs mahdollisuus langattoman tehonsiirron suorittamiseksi on käyttää valolähdettä teholähteenä, jolloin lähetetty valo vastaanotetaan fotodetektorilla ja muunnetaan sähkövirraksi. Valolähde on helpompi kohdistaa vastaanottimelle, jolloin on mahdollista päästä parempaan hyötysuhteeseen kuin esimerkiksi radiotaajuisessa tehonsiirrossa. Esimerkiksi julkaisuissa EP 734 110 ja US 4 078 747 kuvataan ratkaisuja, joissa käytetään suurteholasereita suurten virtojen siirtämiseen langattomasti sähköjunien tehonsyötössä ja vastaavasti avaruudessa generoidun aurinkoenergian siirrossa.

Ongelmana yllä kuvatuissa ratkaisuissa on niiden soveltumattomuus tehokkaaseen langattomaan tehonsiirtoon tiloissa, joissa liikkuu ihmisiä, sillä käytettävän laserin teho on olennaisesti hengenvaarallinen. Vaikka tehoa pienennettäisiin huomattavastikin, ovat hyötysuhteeltaan riittävän hyvät tehon

suuruudet kuitenkin sitä luokkaa, että laser ainakin vaurioittaa näköä pahoin osuessaan silmään.

### Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää parannettu menetelmä ja  
5 menetelmän toteuttava laitteisto siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan rat-  
kaistua. Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä, järjestelmällä, lähet-  
timellä ja vastaanottimella, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäi-  
sissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patentti-  
10 vaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että siirretään tehoa langattomasti järjes-  
telmässä, joka käsittää teholähtetimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen  
ja kohdistusvälineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistami-  
seksi haluttuun suuntaan ja toisen valolähteen, jonka emittoiman valon teho  
15 on olennaisesti pienitehoisempaa kuin ensimmäisen valolähteen emittoiman  
valon teho ja jonka emittoima valo lähetetään yhdensuuntaisesti ensimmäisen  
valolähteen emittoiman valon ympärillä. Lisäksi järjestelmä käsittää yhden tai  
useampia tehovastaanottimia, jotka käsittävät ensimmäisen fotodetektorin  
emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi ja toisen  
20 fotodetektorin toisen valolähteen emittoiman valon ilmaisemiseksi sekä tälle  
ilmaisulle vasteelliset lähetysvälineet, jotka lähettävät kontrollisignaalia teholä-  
hettimelle, mikäli tehovastaanottimella vastaanotetaan toisen valolähteen emit-  
toimaa valoa. Tällöin jos teholähtetimen vastaanottaa tehovastaanottimelta kont-  
rollisignaalia, joka ilmaisee, että toisen valolähteen emittoimaa pienitehoista  
25 valoa vastaanotetaan tehovastaanottimella, käynnistetään teholähtetimen en-  
simmäinen valolähde, joka lähettää valoa toisen valolähteen emittoiman valon  
sisällä. Mikäli toisen valolähteen emittoimassa valossa havaitaan häiriö, lope-  
tetaan kontrollisignaalin lähettäminen tehovastaanottimelta, ja teholähtetimen  
ensimmäinen valolähde sammutetaan.

Keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän etuna on, että  
mainitun toisen valolähteen emittoima pienitehoinen valo muodostaa "virtuaa-  
lieristeen" ensimmäisen valolähteen emittoiman suuritehoisemman valon ym-  
pärillem, jolloin jos virtuaalieriste "hajoaa" eli jokin este osuu toisen valolähteen  
emittoiman valon eteen, katkaistaan suuritehoisen valon syöttö välittömästi,  
35 jolloin valo ei voi aiheuttaa vauriota. Täten keksinnön mukainen menettely  
mahdollistaa turvallisen langattoman tehonsiirron valolähteiden avulla. Edel-

leen keksinnön etuna on, että tehovastaa-  
notin voidaan liittää mihin tahansa  
olennaisen pientä tehoa käyttävään laitteeseen, kuten erilaisten toimistolaittei-  
den, henkilökohtaisten tai viihde-elektroniikkalaitteiden yhteyteen, joiden tehon  
syöttö voidaan edullisesti järjestää tapahtuvaksi langattomasti yhdeltä samas-  
5 sa tilassa olevalta teholähtetimeltä. Vielä keksinnön etuna on se, että teholä-  
hetin on järjestetty automaattisesti skannaamaan ympäröivän tilansa vastaan-  
ottimien etsimiseksi ja tallentamaan vastaanottimien sijainnin muistiinsa, jolloin  
lähettimen kohdistus vastaanottimiin tapahtuu nopeasti ja tehoa voidaan syöt-  
tää edullisesti vuorotellen useampaan vastaanottimeen. Edelleen keksinnön  
10 etuna se, että on mahdollista päästä tehonsiirrossa huomattavasti tunnettuja  
ratkaisuja parempaan hyötysuhteeseen, olennaisesti ainakin 20% hyötysuh-  
teeseen.

#### Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yh-  
15 teydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista

kuvio 1 esittää lohkokaaviona keksinnön mukaisen järjestelmän pe-  
rusrakennetta;

kuvio 2 esittää kaavamaisesti eräiden keksinnössä hyödynnettävien  
valolähteiden ja fotodetektorien ominaisuuksia;

20 kuviot 3a ja 3b esittävät keksinnön eräiden suoritusmuotojen  
mukaisia valosädejärjestelyjä;

kuvio 4 esittää keksinnön erään suoritusmuodon mukaista menette-  
lyä vastaanottimien etsimiseksi;

25 kuvio 5 esittää keksinnön erään suoritusmuodon mukaista menette-  
lyä tehonsiirron suorittamiseksi; ja

kuviot 6a ja 6b esittävät lohkokaavioina keksinnön erään suoritus-  
muodon mukaisesti toteutettuja lähetinyksikköä ja vastaanotinyksikköä.

#### Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Viitaten kuvioon 1, esitetään seuraavassa järjestelmän perusraken-  
30 ne. Järjestelmä käsittää lähettimen 100 ja vastaanottimen 120, johon on edel-  
leen liitetty tehoa käyttävä ulkoinen laite 130 ja varausvälineet 140 sähköener-  
gian tallentamiseksi, tyypillisesti akku. Lähetin 100 käsittää edelleen ensim-  
mäisen valolähteen 102, toisen olennaisesti pienempitehoisemman valoläh-  
teen 104, kohdistusvälineet 106 ainakin ensimmäisen valolähteen 102 emit-  
35 toiman valon kohdistamiseksi vastaanottimeen ja skannausvälineet 108 aina-

kin toisen valolähteen 104 emittoiman valon poikkeuttamiseksi eri suuntiin vastaanottimien etsimiseksi. Edelleen lähetin käsittää vastaanottimen 110 kontrollisignaalin vastaanottamiseksi. Vastaanotin 120 käsittää ensimmäisen fotodetektorin 122 mainitun ensimmäisen valolähteen 102 emittoiman valotehon vastaanottamiseksi, toisen fotodetektorin 124 mainitun toisen valolähteen 104 emittoiman valotehon vastaanottamiseksi ja johdinvälineet 126 ensimmäisen fotodetektorin vastaanotetusta valotehosta muodostaman sähkövirran johtamiseksi ulkoiselle laitteelle 130 ja varausvälineille 140. Edelleen vastaanotin käsittää lähettimen 128 kontrollisignaalin lähettämiseksi lähettimelle 100.

- 10 Tehonsiirtoprosessi toimii järjestelmässä yksinkertaistettuna seuraavasti: lähetin 100 käynnistää toisen valolähteen 104, jonka lähetysteho on olennaisesti niin pieni, että se ei aiheuta vaaraa esimerkiksi silmille. Mikäli lähetintä 100 ei ole valmiiksi kohdistettu vastaanottimeen 120, suoritetaan kohdistus toisen valolähteen 104 ja skannausvälineiden 108 avulla. Toinen valolähde 104 käsittää edullisesti useita erillisiä pienitehoisia valolähteitä, jotka on järjestetty ympyränmuotoisesti ensimmäisen valolähteen 102 ympärille. Tätä toisen valolähteen eli useiden valolähteiden joukon lähettämää valoa voidaan kutsua virtuaalieristeeksi. Vaihtoehtoisesti virtuaalieriste voidaan saada aikaan yhdellä valolähteellä, jonka emittoima valo levitetään säteenlevittimellä (beam expander) siten, että se leviää ympyränmuotoisesti ensimmäisen valolähteen 102 ympärille.

- Lähettimen kohdistamiseksi vastaanottimeen lähetin aktivoi virtuaalieristeen ja aloittaa lähettimen ympäristön skannaamisen siinä tilassa, johon lähetin on asetettu. Skannaus suoritetaan edullisesti etukäteen määritettynä 25 kaksi- tai kolmeulotteisena järjestelmällisenä liikeratana, jota toistetaan läpi lähettimen ympäröivän tilan, kunnes virtuaalieriste osuu vastaanottimeen. Vastaanottimen toinen fotodetektori 124 on järjestetty vastaanottamaan valoa vastaavalla aallonpituudella, jolla virtuaalieriste lähetetään. Kun virtuaalieriste osuu vastaanottimen toiseen fotodetektoriin, kohdistetaan virtuaalieriste maittuun fotodetektoriin myöhemmin tarkemmin kuvattavalla tavalla.

- 30 Kun virtuaalieriste on kohdistettu vastaanottimeen toiseen fotodetektoriin, voidaan lähettimessä käynnistää ensimmäinen valolähde 102, jonka emittoima valo siis lähetetään virtuaalieristeen ympäröimänä ja jonka valoteholla varsinainen tehonsiirto tapahtuu. Vastaanottimen ensimmäinen fotodetektor 122 on taas vastaavasti järjestetty vastaanottamaan valoa olennaisesti 35 samalla aallonpituudella, jota ensimmäinen valolähde lähettää. Ensimmäinen

fotodetektori 122 muuntaa vastaanottamansa valotehon sähkövirraksi, joka johdetaan edelleen johdinvälineiden 126 avulla ulkoiselle laitteelle 130 ja/tai akulle 140. Keksinnön mukaisella menettelyllä päästään huomattavasti tunnettuja ratkaisuja parempaan hyötysuhteeseen tehonsiirrossa. Nykyisillä valolähteillä ja fotodetektoreilla voidaan saavuttaa olennaisesti ainakin 20% hyötysuhde.

Järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi esimerkiksi yleisten toimistolaitteiden ja viihde-elektronikkalaitteiden tehon syöttämiseen, jolloin järjestelmää käytetään myös tiloissa, joissa liikkuu ihmisiä ja esimerkiksi lemmikkieläimiä. Täten käytettäessä ensimmäisessä valolähteessä 102 suurta tehoa valon synnyttämiseksi, saattaa muodostuva valo olla vaarallista esimerkiksi silmille, vaikkei valo olisikaan näkyvän valon aallonpituudella. Tämän estämiseksi järjestelmässä käytetään edellä kuvattua virtuaalieristettä, jonka tehtävänä on eristää varsinainen tehonsiirtoon tarkoitettu valonsäde ja ilmoittaa järjestelmälle, jos eriste "hajoaa" eli jokin este osuu virtuaalieristeen tielle. Tällöin ensimmäisen valolähteen tehonsyöttö katkaistaan välittömästi. Kun virtuaalieristeen tielle osunut este poistetaan, voidaan tehonsyöttöprosessi aloittaa uudelleen varmistamalla ensin virtuaalieristeen kohdistus vastaanottimeen, ja mikäli virtuaalieriste toimii moitteettomasti, käynnistämällä sen jälkeen itse tehonsiirtoon käytettävä valonsäde.

Valolähteinä järjestelmässä voidaan käyttää esimerkiksi valoa emittoivaa diodia LED (Light Emitting Diode) tai laseria. Käytettävä valolähde ja sen aallonpituus tulee taas vastaavasti sovittaa käytettävään fotodetektoriin. Tätä voidaan havainnollistaa kuvion 2 mukaisella kaaviolla, jossa esitetään erilaisista materiaaleista muodostettujen fotodetektorien kvanttitehokkuus eli vastaanoton hyötysuhde eri valon aallonpituuksilla. Kvanttitehokkuutta kuvataan pystyakselilla ja vaaka-akselilla kuvataan valon aallonpituutta ja vastaavasti aallonpituudella välittyvää fotonien energiaa, jonka suhde on käänteinen aallonpituuteen. Edelleen kuviossa 2 on esitetty eräiden tällä hetkellä käytössä olevien valolähteiden aallonpituusalueet.

Kuviosta 2 nähdään, että jos halutaan lähettää mahdollisimman paljon tehoa, on edullista käyttää mahdollisimman pientä aallonpituutta, koska tällöin vastaavasti välittyvä fotonien energia kasvaa. Toisaalta, jotta välittyvä teho voidaan myös hyödyntää, tulee käytettävän fotodetektorin olla sovitettu vastaavalle aallonpituudelle. Jos halutaan käyttää mahdollisimman suurta aallonpituutta eli fotonien energiaa, voidaan valolähteenä käyttää laseria, jonka aallon-

pituus on olennaisesti 0,30 um, jolloin vastaavasti fotodetektorina voidaan käyttää kohtuullisen hyvän kvanttitehokkuuden omaavaa Ag-Zns-fotodetektoria. Vastaavasti, jos kvanttitehokkuus halutaan maksimoida, voidaan fotodetektorina käyttää n. 0,8 um alueelle sijoittuvaa Si-fotodetektoria, jolloin valolähteenä voidaan käyttää LED:iä, laseria tai mahdollisesti infrapuna-alueella toimivaa LED:iä. Keksinnössä voidaan hyödyntää fotodetektorina myös muita kuviossa 2 mainittuja materiaaleja. On huomattava, että tässä yhteydessä on kuvattu vain esimerkinomaisesti tällä hetkellä edullisesti sovellettavissa olevia valolähteitä ja fotodetektoreja. Keksinnön toteutus ei kuitenkaan ole sidottu käytettävään laseriin ja/tai fotodetektoriin tai näiden hyödyntämiin aallonpituuksiin, vaan tekniikan kehittyessä voidaan sekä valolähteenä että fotodetektorina käyttää muista materiaaleista valmistettuja ja muita aallonpituuksia käyttäviä komponentteja.

Lähetettävä valo, siis sekä virtuaalieristeen että teholähteen valo, voidaan kohdistaa lasereita käytettäessä suoraan haluttuun syöttökohteeseen. Tällöin valolähteen suuntaaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi mikropiiriohjattuna laserpoikkeutuksena, jolloin itse laserit suunnataan suoraan vastaanottimeen. Jos taas valolähteinä esimerkiksi valoa emittoivia diodeja LED, voidaan suuntaus tehdään peilien avulla ns. peiliohjattuna poikkeutuksena. Tällöin valolähteen suuntaamiseen käytetään edullisesti riittävää määrää peiliservoja, joita ohjataan erillisellä ohjausyksiköllä. Myös lasereiden poikkeutus voidaan tehdä peiliohjattuna poikkeutuksena.

Varsinkin virtuaalieristeen kohdistamisessa voidaan aina käyttää apuna säteenlevitintä (beam expander), jolla kapean valolähteen säde levitetään leveämmäksi yhdensuuntaiseksi säteeksi. Säteenlevitin käsittää lähettimen yhteyteen sovitettut kaksi linssiä, joista ensimmäinen linssi hajottaa valolähteeltä tulevan valonsäteen. Toinen linssi on asetettu ensimmäisen linssin läheisyyteen siten, että toinen kokooa ensimmäisen linssin levittämän valonsäteen ja taittaa sen yhdensuuntaiseksi. Näin esimerkiksi 1 mm läpimitan omaava valolähteen valonsäde voidaan muuntaa 5 mm valosäteeksi, jonka kohdentaminen vastaanottimen fotodetektoreihin on helpompaa. Täten virtuaalieriste voidaan muodostaa yhdestä valolähteestä, jonka emittoima valo levitetään säteenlevittimen avulla olennaisesti pyöreäksi valoverhoksi teholähteen emittoiman valon ympärille. Tätä havainnollistetaan kuviossa 3a, jossa tehosäteen 302 ympärillä on verhomaisesti virtuaalieriste 304. Vaihtoehtoisesti virtuaalieriste voidaan muodostaa useista valolähteistä, jotka kukin levitetään säteen-

levittimen avulla pyöreäksi valoverhoksi siten, että ne ovat ainakin osittain päällekkäisiä. Tätä havainnollistetaan vastaavasti kuviossa 3b, jossa tehosäteen 312 ympärillä on useita levitettyjä, verhomaisia virtuaalieristesäteitä 314 - 324.

5           Virtuaalieristeen lähettäminen voidaan edullisesti suorittaa valopulsseina erittäin suurella taajuudella, esimerkiksi 10 - 100 MHz. Virtuaalieristeen toiminnan ohjaus voi edullisesti perustua siihen, että mikäli virtuaalieriste toimii moitteettomasti, lähettää vastaanotin jatkuvasti kontrollisignaalia lähettimelle. Mikäli kontrollisignaalin vastaanotto lähettimessä katkeaa, katkaistaan  
10 myös ensimmäisen valolähteen tehonsyöttö välittömästi. Kontrollisignaalin ohjaus voidaan toteuttaa perustuen esimerkiksi siihen, että virtuaalieristeen valopulsseille voidaan helposti määrittää loogista 0:a ja 1:ä vastaavat referenssit. Virtuaalieristeen fotodetektorilla on edullisesti järjestetty suoritettavaksi looginen AND-operaatio vastaanotetuista valopulsseista. Jos AND-operaation  
15 tuloksena on 0, ainakin yhden virtuaalieristesäteen vastaanotto ei ole onnistunut. Tämä tarkoittaa todennäköisesti sitä, että ainakin yhden virtuaalieristeessä olevan valolähteen emittoiman valon tiellä on este. Tällöin kontrollisignaalin lähetys vastaanottimesta katkaistaan välittömästi. Koska pulsseja lähetetään suurella taajuudella, tapahtuu myös kontrollisignaalin lähetyksen katkaisu erittäin nopeasti.  
20

Vastaavasti, jos käytössä on yksi virtuaalieristeen valolähde, jonka emittoima valo on levitetty säteenlevittimellä tehosäteen ympärille, voidaan kontrollisignaalin ohjaus suorittaa virtuaalieristeen fotodetektorissa vastaanotettujen valopulssien perusteella. Tällöin virtuaalieristeen fotodetektorissa  
25 tarkkaillaan vastaanotettuja pulsseja ja mikäli pulssien vastaanottotaajuus muuttuu, ts. kahden peräkkäisen vastaanotetun pulssin välinen aika on olennaisesti ainakin kaksi kertaa pidempi kuin oletusarvoinen aika, tarkoittaa tämä todennäköisesti sitä, että ainakin yhden virtuaalieristeessä olevan valolähteen emittoiman valon tiellä on este. Tällöin kontrollisignaalin lähetys vastaanottimesta katkaistaan välittömästi.  
30

Kontrollisignaalin lähetys voidaan suorittaa esimerkiksi suhteellisen heikkotehoisella ympärisäteilevällä LED:llä, joka toimii infrapuna-alueella. Tällainen LED on hinnaltaan edullinen ja ympärisäteilyn ansiosta lähettimen ja vastaanottimen keskinäisellä sijainnilla ei ole olennaista merkitystä kontrollisignaalin vastaanottoon lähettimessä. Vaihtoehtoisesti kontrollisignaalin lähe-  
35



tys voidaan suorittaa esimerkiksi heikkotehoisella radiolähettimellä. Tehosäteen lähetystä ohjaavaa kontrollisignaalia voidaan kutsua turvalinkiksi.

Vastaanottimien löytämiseksi ja kohdistamiseksi voidaan käyttää virtuaalieristettä, kuten aiemmin kerrottiin. Lähettimen kohdistamiseksi vastaanottimeen lähetin aktivoi virtuaalieristeen ja aloittaa lähettimen ympäristön skannaamisen siinä tilassa, johon lähetin on asetettu. Tällöin tilassa olevat vastaanottimet ja itse laitteet, joihin vastaanottimet on liitetty, toimivat akkujen sa varassa. Skannaus suoritetaan etukäteen määritettynä liikeratana, jota toistetaan läpi lähettimen ympäröivän tilan, kunnes virtuaalieriste osuu vastaanottimeen. Kun virtuaalieriste osuu vastaanottimen toiseen fotodetektoriin, ilmoittaa vastaanotin tästä lähettimelle turvalinkin välityksellä. Koska itse skannaus suoritetaan edullisesti suurella nopeudella, voidaan kohdistus suorittaa siten, että turvalinkki ilmoittaa virtuaalieristeen hetkellisestä yhteydestä, mikä luonnollisesti vastaanotetaan lähettimessä pienen viiveen jälkeen. Tällöin lähetin pysäyttää skannausprosessin ja siirtää virtuaalieristettä hitaasti taaksepäin mainitun viiveen aikana edetyn matkan, kunnes yhteys muodostuu uudelleen. Tämän jälkeen lähetin määrittää vastaanottimen sijaintikoordinaatit ja tarvittaessa jatkaa toisten vastaanottimien etsimistä kyseisestä tilasta.

On siis huomattava, että yhdellä lähettimellä voidaan edullisesti syöttää tehoa langattomasti usealle eri vastaanottimelle ja näihin kytketyille laitteille. Kuviossa 4 on esitetty MSC-kaavio, joka havainnollistaa vastaanottimien etsimistä tilassa, jossa on kaksi vastaanotinta. Lähetin TX aktivoi ensin virtuaalieristeen ja suorittaa sen avulla tilassa skannausta suurella nopeudella (400). Virtuaalieriste osuu hetkellisesti ensimmäisen vastaanottimen RX1 virtuaalieristeen fotodetektoriin, jolloin vastaanotin RX1 lähettää turvalinkki-ilmoituksen lähettimelle TX (402). Lähetin TX pysäyttää skannauksen ja palaa hitaasti kohdistamaan virtuaalieristeen uudelleen mainittuun fotodetektoriin (404). Kun kohdistus on suoritettu oikein, käynnistyy turvalinkki uudelleen (406). Lähetin TX määrittää ensimmäisen vastaanottimen RX1 virtuaalieristeen fotodetektorin koordinaatit ja tallentaa ne muistiin (408), minkä jälkeen lähetin TX jatkaa tilan skannaamista virtuaalieriste edelleen aktivoituna (410). Virtuaalieriste osuu taas hetkellisesti toisen vastaanottimen RX2 virtuaalieristeen fotodetektoriin, jolloin vastaanotin RX2 lähettää nopeasti turvalinkki-ilmoituksen lähettimelle TX (412). Lähetin TX pysäyttää jälleen skannauksen ja palaa hitaasti kohdistamaan virtuaalieristeen uudelleen toisen vastaanottimen RX2 fotodetektoriin (414). Kun kohdistus on suoritettu oikein, käynnistää

toinen vastaanotin RX2 turvalinkin uudelleen (416). Lähetin TX määrittää toisen vastaanottimen RX2 virtuaalieristeen fotodetektorin koordinaatit ja tallentaa ne muistiin (418), minkä jälkeen lähetin TX jatkaa tilan skannamista. Kun lähetin TX on skannannut koko tilan, se päättää skannauksen, toteaa tehonsyöttökohteet löydettyiksi ja deaktivoi virtuaalieristeen (420).

Jos tilaan tuodaan uusia laitteita, joille halutaan järjestää langaton tehonsyöttö, käynnistetään lähettimeltä TX skannausprosessi uudestaan. Vaihtoehtoisesti lähetin TX voi tehdä automaattiskannauksen määrätyn väliajoin. Uusien laitteiden sijaintikoordinaatit määritetään vastaavalla skannamalla, minkä jälkeen lähetin TX tallentaa koordinaatit muistiin. Tilassa jo aiemmin olleiden laitteiden koordinaatit on tallennettu jo valmiiksi lähettimen TX muistiin, joten uusilla skannauskierroksilla vanhat laitteet voidaan edullisesti jättää huomioimatta, mikä nopeuttaa tilan skannausta.

Itse tehonsiirto usealle vastaanottavalle laitteelle tapahtuu siten, että kullekin syöttökohteelle syötetään tehoa tietty aika, jonka jälkeen lähettimen ensimmäinen valolähde (teholähde) sammutetaan ja kohdistetaan virtuaalieriste seuraavaan syöttökohteeseen. Tämä voidaan suorittaa edullisesti ilman skannausta, koska syöttökohteiden koordinaatit on määritetty jo aiemmin ja ne on tallennettu lähettimen muistiin. Kun virtuaalieriste on kohdistettu seuraavan vastaanottimen virtuaalieristeen fotodetektoriin, käynnistää mainittu vastaanotin turvalinkin, jolloin lähetin tietää, että kohdistus on suoritettu ongelmitta ja että se voi käynnistää ensimmäisen valolähteen (teholähteen). Lähetin syöttää taas tehoa määrätyn ajan, sammuttaa teholähteen ja siirtyy taas seuraavaan syöttökohteeseen.

Tätä prosessia voidaan havainnollistaa kuvion 5 MSC-kaaviolla, joka esittää tehonsiirtoprosessia kahdelle eri vastaanottimelle. Lähettimen TX muistiin on edellä kuvatun skannausprosessin yhteydessä tallennettu molempien vastaanottimien RX1 ja RX2 sijaintikoordinaatit. Näiden sijaintikoordinaattien perusteella lähetin TX kohdistaa (500) aktivoidun virtuaalieristeen ensimmäisen vastaanottimen RX1 virtuaalieristeen fotodetektoriin (502), johon vastena vastaanotin RX1 käynnistää turvalinkin (504). Vastaanotetusta turvalinkisignaalista lähetin TX tietää, että kohdistus on suoritettu oikein ja virtuaalieriste on ehjä, joten lähetin TX käynnistää teholähteen ja siirtää emittoidun valon avulla tehoa ensimmäiselle vastaanottimelle RX1 (506). Lähetin TX emittoi valoa ennalta määrätyn ajan, jonka jälkeen teholähde sammutetaan (508). Ennen kohdistusta seuraavaan syöttökohteeseen lähetin sammuttaa

myös virtuaalieristeen (510). Seuraavaksi lähetin TX kohdistetaan (512) toisen vastaanottimeen RX2 ja virtuaalieriste aktivoidaan (514), johon vasteena vastaanotin RX2 käynnistää turvalinkin (516). Jälleen vastaanotetun turvalinkisignaalin perusteella lähetin TX tietää, että kohdistus on suoritettu oikein ja virtuaalieriste on ehjä, joten lähetin TX käynnistää teholähteen ja siirtää emit-

5 toidun valon avulla tehoa toiselle vastaanottimelle RX2 (518). Lähetin TX emittoi valoa vastaanottimelle RX2 määritetyn ajan, jonka jälkeen teholähde sammutetaan (520). On huomattava, että eri vastaanottimille (RX1/RX2) voidaan määrittää eri pituisia tehonsyöttöaikoja. Jokaisen vastaanottimen edullisen tehonsyöttöajan pituus voidaan indikoida lähettimelle esimerkiksi turvalinkkisignaaliin liitettynä informaationa. Vastaavasti lähetin TX käsittää välineet tehonsyöttöajan määrittävän informaation ilmaisemiseksi sekä välineet todellisen vastaanotinkohtaisesti käytettävän tehonsyöttöajan määrittämiseksi, joka käytettävä aika riippuu useista tekijöistä, kuten vastaanottimien pyytämästä

10 tehosta, vastaanottimien lukumäärästä, uudelleenkohdistukseen kuluva ajasta, jne. Lähetin TX sammuttaa taas virtuaalieristeen ja palaa takaisin ensimmäiseen vastaanottimeen RX1 jatkaakseen tehonsiirtoa sille, koska tilassa ei ole käytössä muita vastaanottimia.

Virtuaalieriste on edullista toteuttaa suhteellisten heikkotehoisten lasereiden avulla, jotka toimivat eri aallonpituudella kuin varsinainen teholähde. Tällaiset laserit ovat hinnaltaan edullisia, ne tuottavat valmiiksi koherenttia valoa, joka ei tarvitse erillisiä suuntausvälineitä, eikä eri aallonpituudella emittoitu valo aiheuta virhetilanteita varsinaisen tehonsiirtovalon fotodetektorissa. Virtuaalieriste voidaan muodostaa yhdestä valolähteestä, jonka emittoima valo

25 levitetään säteenlevittimen avulla olennaisesti pyöreäksi valoverhoksi teholähteen emittoiman valon ympärille, kuten edellä on havainnollistettu kuviossa 3a. Vaihtoehtoisesti virtuaalieriste voi käsittää edullisesti muutamia, ehkä 5 - 7 laseria, jotka on asetettu ympyrämuotoon varsinaisen tehonsiirtosäteen ympärille ja jotka kukin levitetään säteenlevittimen avulla pyöreäksi valoverhoksi siten,

30 että ne ovat ainakin osittain päällekkäisiä kuvion 3b mukaisesti. Tällöin lasereiden määrä on riittävä, jotta voidaan varmistaa virtuaalieristeen turvallinen toiminta siten, että mistä suunnasta tahansa tehonsiirtosädetä kohti tuleva este aiheuttaa riittävän ajoissa turvalinkin katkaisemisen ja sitä seuraavan tehonsiirtosäteen sammuttamisen.

35 Erään suoritusmuodon mukaisesti turvalinkin ohjaus voidaan suorittaa virtuaalieristeen fotodetektorissa vastaanotettujen valopulssien perusteel-

- la. Tällöin virtuaalieristeen fotodetektorissa tarkkaillaan vastaanotettuja pulsseja, joille voidaan helposti määrittää loogista 0:a ja 1:ä vastaavat referenssit. Virtuaalieristeen fotodetektorien ulostuloille suoritetaan looginen AND-operaatio vastaanotetuista valopulsseista. Jos AND-operaation tuloksena on
- 5 0, ainakin yhden virtuaalieristesäteen vastaanotto ei ole onnistunut, mikä tarkoittaa todennäköisesti sitä, että ainakin yhden virtuaalieristeessä olevan valolähteen emittoiman valon tiellä on este. Tällöin kontrollisignaalin lähetys vastaanottimesta katkaistaan välittömästi. Koska pulsseja lähetetään suurella taajuudella, tapahtuu myös kontrollisignaalin lähetyksen katkaisu erittäin nopeasti.
- 10 Virtuaalieristeen fotodetektor on edullisesti muodoltaan rengasmainen, jolloin lähettimen ja vastaanottimen keskinäinen asema toisiinsa nähden ei vaikuta virtuaalieristeen valonsäteiden havainnointiin detektorilla. Toisaalta fotodetektorin renkaan on edullista olla mahdollisimman leveä, jotta virtuaalieriste pystytään havaitsemaan ja tehonsiirto onnistuu, vaikka saapuvat valonsäteet vastaanotetaan hyvin viistosta kulmasta.
- 15 Kuvioissa 6a ja 6b esitetään yksinkertaistetusti keksinnön mukaisen lähetinyksikön 600 ja vastaanotinyksikön 640 toimintalohkot. Lähetinyksikkö 600 käsittää lähettimen ohjauslogiikan 602, joka voidaan edullisesti toteuttaa esimerkiksi ohjelmoitavina IC-piireinä, ohjelmistona tai näiden yhdistelmänä.
- 20 Ohjauslogiikka 602 ohjaa laitteen toiminnan aikana edelleen virtuaalieristeen syöttönohjausta 604, josta säädellään virtuaalieristeen heikkoteholasereita 606, 608, 610, 612 ja 614. Lisäksi ohjauslogiikka 602 ohjaa laitteen toiminnan aikana teholaserin syöttönohjauspiiriä 616, josta säädellään varsinaisen teholähteen (laserin) 618 toimintaa. Edelleen ohjauslogiikka 602 kontrolloi sekä
- 25 virtuaalieristeen että teholähteen lasereiden poikkeutusta haluttuun syöttökohteeseen. Poikkeutuksesta huolehtii poikkeutusyksikkö 620, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi mikropiiriohjattuna laserpoikkeutuksena, jolloin itse laserit suunnataan suoraan vastaanottimeen, tai peiliohjattuna poikkeutuksena, jolloin käytettäessä valolähteinä esimerkiksi valoa emittoivia diodeja LED suuntaus tehdään peilien avulla. Tällöin poikkeutusyksikkö 620 käsittää edullisesti
- 30 riittävän määrän peiliservoja 620a ja näitä ohjaavan ohjausyksikön 620b. Olennainen osa lähetinyksikön 600 turvallista toimintaa on turvalinkin vastaanotin 622, jolta vastaanotettu turvalinkkisignaali syötetään vahvistimen 624 kautta ohjausyksikölle 602.
- 35 Kuviossa 6b esitetään vastaavasti keksinnön mukaisen vastaanotinyksikön 640 toimintalohkot. Myös vastaanotinyksikkö 640 käsittää ohjaus-

logiikan 642, joka voidaan vastaavasti toteuttaa esimerkiksi ohjelmoitavina IC-piireinä, ohjelmistona tai näiden yhdistelmänä. Virtuaalieristeen fotodetektoreilta 644, 646, 648, 650 ja 652 vastaanotetaan lähetinyksikön heikkoteholasereiden lähettämiä lasersäteitä, jotka kerätään yhteen ja vahvistetaan vahvistimessa 654. Vahvistimelta tulevasta yhdistetystä signaalista vastaanottimen ohjauslogiikka päättää, onko virtuaalieriste ehjä ja mikäli näin on, antaa turvalinkin syöttöpiirille 656 ohjeet alkaa lähettää turvalinkkisignaalia lähettimen 658 kautta, joka voi olla edullisesti esimerkiksi infrapuna-LED tai heikkotehoisen radiolähteen. Teholaserin fotodetektorin 660 toimii varsinaisen siirrettävän 10 tehon vastaanottajana, jolta vastaanotetusta valotehosta muunnettu sähkövirta syötetään latauksen valvontayksikön 662 kautta liitännälle 664, josta se voidaan edelleen syöttää joko ulkoiselle laitteelle tai varausvälineille, kuten akulle.

Edellä kuvattu tehonsiirtojärjestelmä on sovitettavissa lukuisten erilaisten laitteiden yhteyteen. Vastaanotinyksikkö voidaan sovittaa esimerkiksi 15 erilaisten toimistolaitteiden, kuten tulostimien, kannattavien tietokoneiden, näppäimistöjen, langattoman verkon tukiasemien tai puhelinten, yhteyteen tai erilaisten henkilökohtaisten tai viihde-elektroniikkalaitteiden, kuten radio- ja stereolaitteiden, aktiivikaiuttimien, puhelintatureiden jne, yhteyteen. Edelleen järjestelmää voidaan käyttää erilaisissa valvonta- ja hälytysjärjestelmissä, joissa 20 langallinen tehonsyöttö saattaa olla hankalasti järjestettävissä. Tällaisia sovelluskohteita ovat esimerkiksi langattomat valvontakamerat, liiketunnistimet, erilaiset valvonta-anturit ja hälytyslaitteet. Sovelluskohteita ei luonnollisesti ole rajoitettu vain edellä mainittuihin kohteisiin.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön 25 perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

**Patenttivaatimukset**

1. Menetelmä tehon siirtämiseksi langattomasti järjestelmässä, joka käsittää teholähttimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, ja ainakin yhden tehovastanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi, **t u n n e t t u** siitä, että

10                    lähetetään teholähttimen käsittämällä toisella valolähteellä olennaisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille sovitettua valoa, jonka teho on olennaisesti pienitehoisempaa kuin mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon teho,

                  ilmaistaan tehovastanottimen käsittämällä toisella fotodetektorilla mainitun toisen valolähteen emittoima valo,

15                    lähetetään tehovastanottimelta kontrollisignaali teholähttimelle vasteena mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotolle, ja

                  käynnistetään teholähttimen mainittu ensimmäinen valolähde vasteena sille, että tehovastanottimelta saadaan mainittu kontrollisignaali toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta.

20                    2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** siitä, että

                  lähetetään tehovastanottimelta mainittua kontrollisignaalia teholähttimelle mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta jatkuvasti,

25                    vasteena sille, että mainitun toisen valolähteen emittoimassa valossa havaitaan häiriö, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen, ja sammutetaan teholähttimen mainittu ensimmäinen valolähde.

                  3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** siitä, että

30                    lähetetään mainitun toisen valolähteen emittoima valo pulsseina, jolloin vasteena sille, että tehovastanottimessa vastaanotetun kahden peräkkäisen pulssin välinen aika on olennaisesti ainakin kaksi kertaa suurempi kuin pulssien lähetystaajuuden käänteisarvo, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

35                    4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** siitä, että

mainittu toinen valolähde käsittää useita erillisiä valolähteitä, jotka on järjestetty olennaisesti ympyrämuotoon mainitun ensimmäisen valolähteen ympärille.

5        5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

yhdistetään tehovastaanottimella mainittujen useiden erillisten valolähteiden emittoimat valosignaalit,

jolloin vasteena sille, että tehovastaanottimen yhdistämisestä signaalista puuttuu ainakin yksi mainituista erillisten valolähteiden emittoimista valosignaaleista, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

10        6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

suoritetaan mainittu yhdistäminen tehovastaanottimella loogisena AND-operaationa.

15        7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

levitetään mainitun toisen valolähteen emittoima valo säteenlevittimen avulla.

20        8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

poikkeutetaan teholähettimen mainitun toisen valolähteen emittoimaa valoa ennalta määrätyn reitin mukaisesti teholähetintä ympäröivässä tilassa mainittujen tehovastaanottimien etsimiseksi.

25        9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

lähetetään mainitun toisen valolähteen valoa teholla, joka on olennaisesti niin alhainen, että se ei vaurioita silmää.

30        10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

liitetään tehovastaanotin tehoa käyttävään ulkoiseen laitteeseen tai varausvälineisiin, kuten akkuun, ja

johdetaan ensimmäisellä fotodetektorilla muodostettu sähkövirta tehoa käyttävälle ulkoiselle laitteelle tai varausvälineille.

35        11. Langaton tehonsiirtojärjestelmä, joka käsittää teholähettimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, ja ainakin yhden teho-

vastaanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi, t u n n e t t u siitä, että

teholähetin käsittää toisen valolähteen, jonka emittoiman valon teho on olennaisesti pienitehoisempaa kuin mainitun ensimmäisen valolähteen  
5 emittoiman valon teho ja jonka emittoima valo on sovitettu lähetettäväksi olennaisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille,

tehovastaanotin käsittää toisen fotodetektorin mainitun toisen valolähteen emittoiman valon ilmaisemiseksi ja mainitulle ilmaisulle vasteelliset lä-  
10 hetysvälineet, jotka on sovitettu lähettämään kontrollisignaali teholähettimelle vasteena mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotolle,

jolloin teholähetin on järjestetty käynnistämään ensin mainittu toinen valolähde ja, vasteena sille, että tehovastaanottimelta saadaan mainittu kontrollisignaali toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta, teholähe-  
15 tin on järjestetty käynnistämään mainittu ensimmäinen valolähde.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että

tehovastaanotin on sovitettu lähettämään mainittua kontrollisignaalia teholähettimelle mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta  
20 jatkuvasti, ja vasteena sille, että mainitun toisen valolähteen emittoimassa valossa havaitaan häiriö, lopettamaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen, jolloin teholähetin on järjestetty sammuttamaan mainittu ensimmäinen valolähde.

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen järjestelmä, t u n -  
25 n e t t u siitä, että

mainittu toisen valolähteen emittoima valo on järjestetty lähetettäväksi pulsseina,

jolloin vasteena sille, että tehovastaanottimessa vastaanotetun kahden peräkkäisen pulssin välinen aika on olennaisesti ainakin kaksi kertaa  
30 suurempi kuin pulssien lähetystaajuuden käänteisarvo, tehovastaanotin on järjestetty lopettamaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 13 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että

mainittu toinen valolähde käsittää useita erillisiä valolähteitä, jotka  
35 on järjestetty olennaisesti ympyrämuotoon mainitun ensimmäisen valolähteen ympärille.



15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

tehovastaanotin on järjestetty yhdistämään mainittujen useiden erillisten valolähteiden emittoima valosignaali,

5 jolloin vasteena sille, että tehovastaanottimen yhdistämisestä signaalista puuttuu ainakin yksi mainituista erillisten valolähteiden emittoimista valosignaaleista, tehovastaanotin on järjestetty lopettamaan mainitun kontrolisignaalin lähettäminen.

10 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

tehovastaanotin on järjestetty suorittamaan mainittu yhdistäminen loogisena AND-operaationa.

17. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 16 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

15 mainitun toisen valolähteen emittoima valo on järjestetty levitettäväksi säteenlevittimen avulla.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 17 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

20 teholahteen käsittää poikkeutusvälineet mainitun toisen valolähteen emittoiman valon poikkeuttamiseksi ennalta määrätyn reitin mukaisesti teholahtetä ympäröivässä tilassa mainittujen tehovastaanottimien etsimiseksi.

19. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 18 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

25 mainitun toisen valolähteen emittoiman valon teho on olennaisesti niin alhainen, että se ei vaurioita silmää.

20. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 19 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

tehovastaanotin on järjestetty liitettäväksi tehoa käyttävään ulkoiseen laitteeseen tai varausvälineisiin, kuten akkuun, ja

30 tehovastaanotin käsittää johdinvälineet ensimmäisellä fotodetektorilla muodostetun sähkövirran johtamiseksi tehoa käyttävälle ulkoiselle laitteelle tai varausvälineille.

21. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 20 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

35 mainitut valolähteet ovat lasereita tai valoa emittoivia diodeja (LED).

22. Teholähetin tehon siirtämiseksi langattomasti, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, t u n n e t t u siitä, että

5       teholähetin käsittää toisen valolähteen, jonka emittoiman valon teho on olennaisesti pienitehoisempaa kuin mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon teho ja jonka emittoima valo on sovitettu lähetettäväksi olennaisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille,

10       teholähetin on sovitettu vastaanottamaan indikaatiota tehovastaa-  
taanottimelta mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta,

jolloin teholähetin on järjestetty käynnistämään ensin mainittu toinen valolähde ja, vasteena sille, että tehovastaa-  
nottimelta saadaan mainittu indikaatio toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta, teholähetin on järjestetty käynnistämään mainittu ensimmäinen valolähde.

15       23. Tehovastaa-  
notin, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin ensimmäisen valolähteen emittoiman valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi, t u n n e t t u siitä, että

20       tehovastaa-  
notin käsittää toisen fotodetektorin toisen valolähteen emittoiman valon ilmaisemiseksi ja mainitulle ilmaisulle vasteelliset lähetysvä-  
lineet, jotka on sovitettu lähettämään indikaatio teholähettimelle mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta.

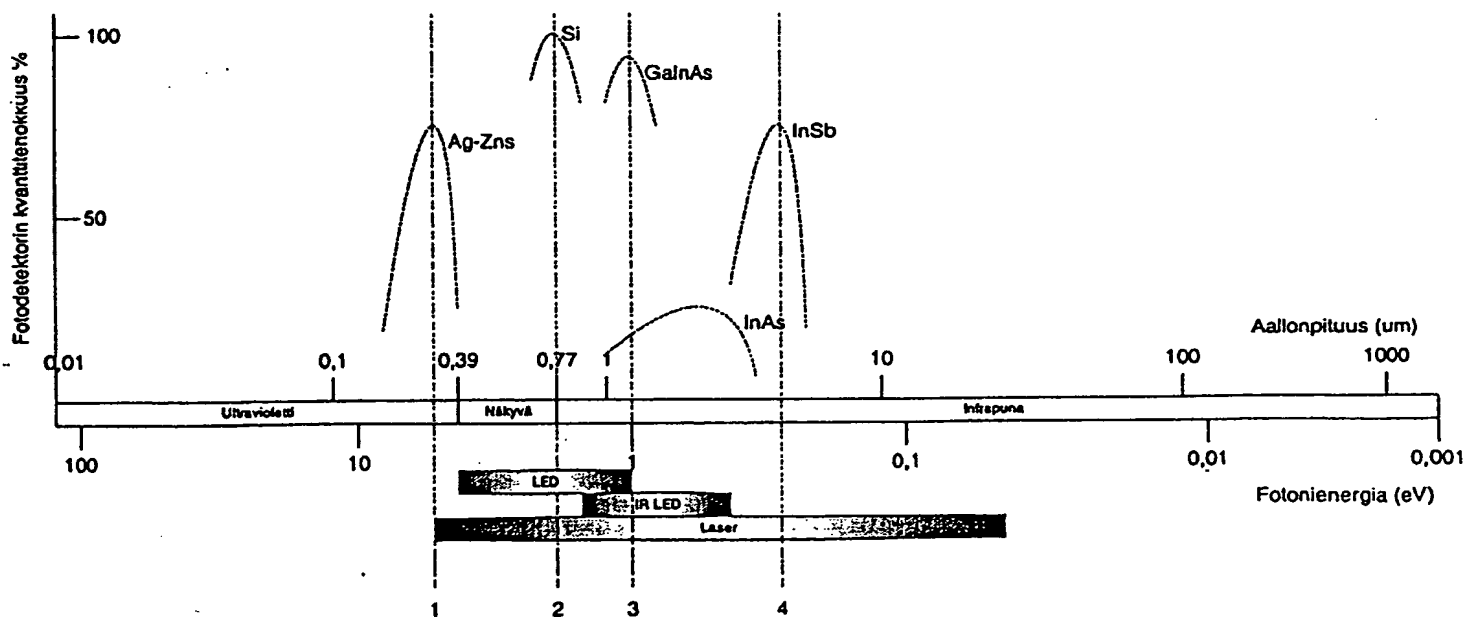
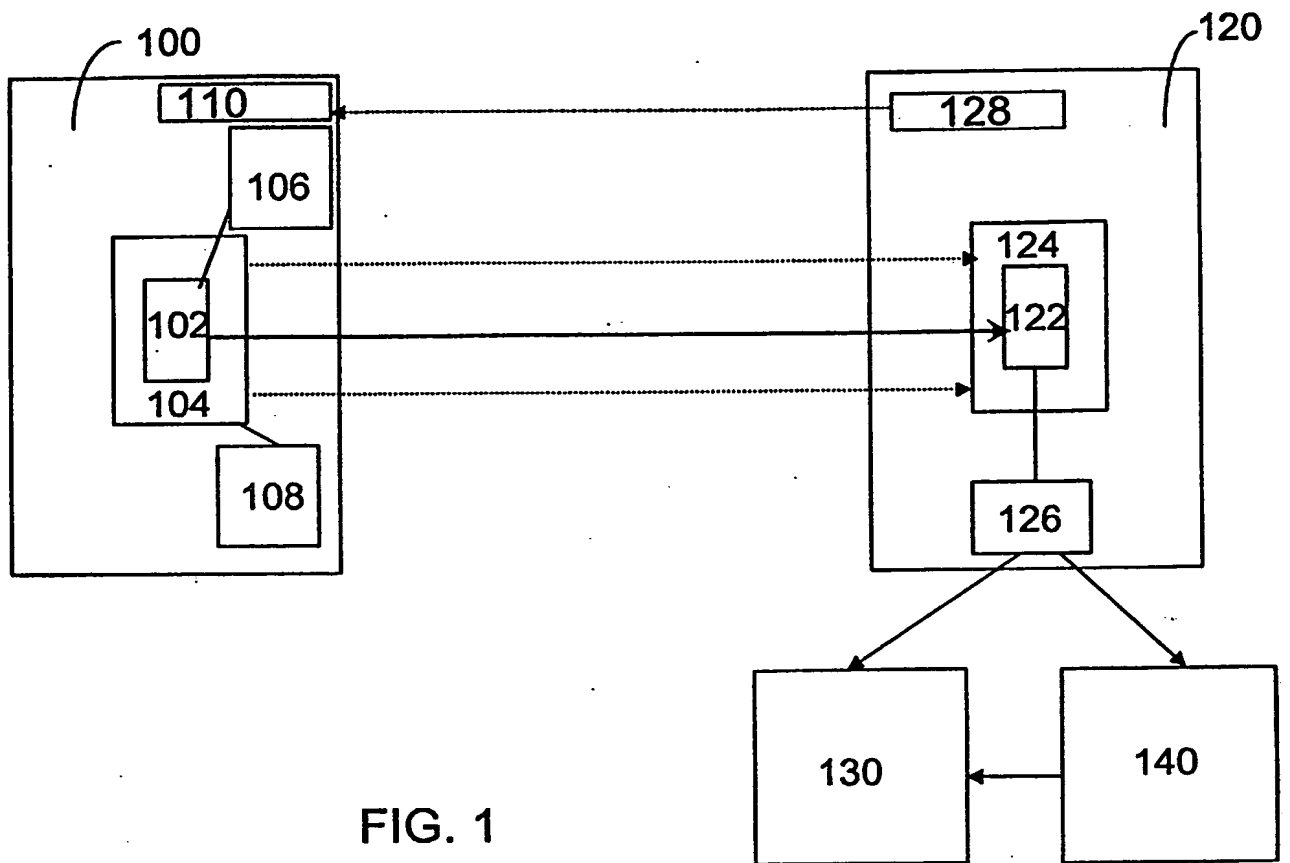


FIG. 2

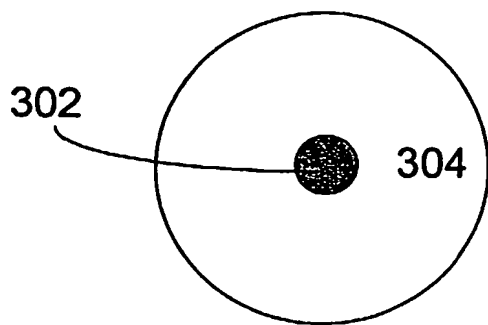


FIG. 3a

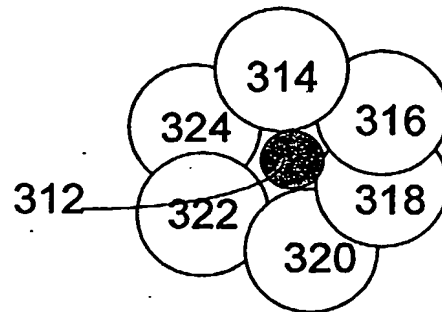


FIG. 3b

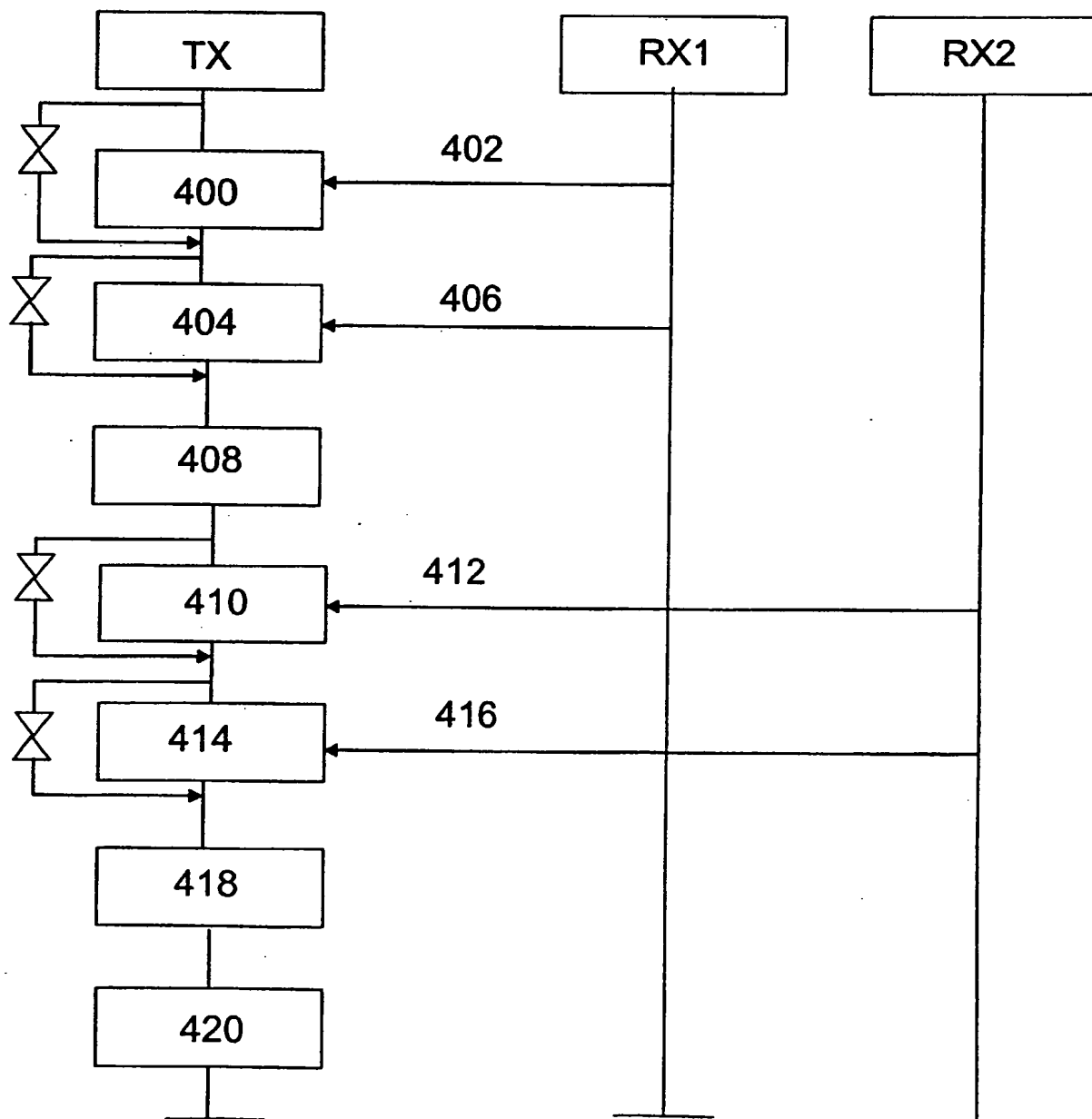


FIG. 4

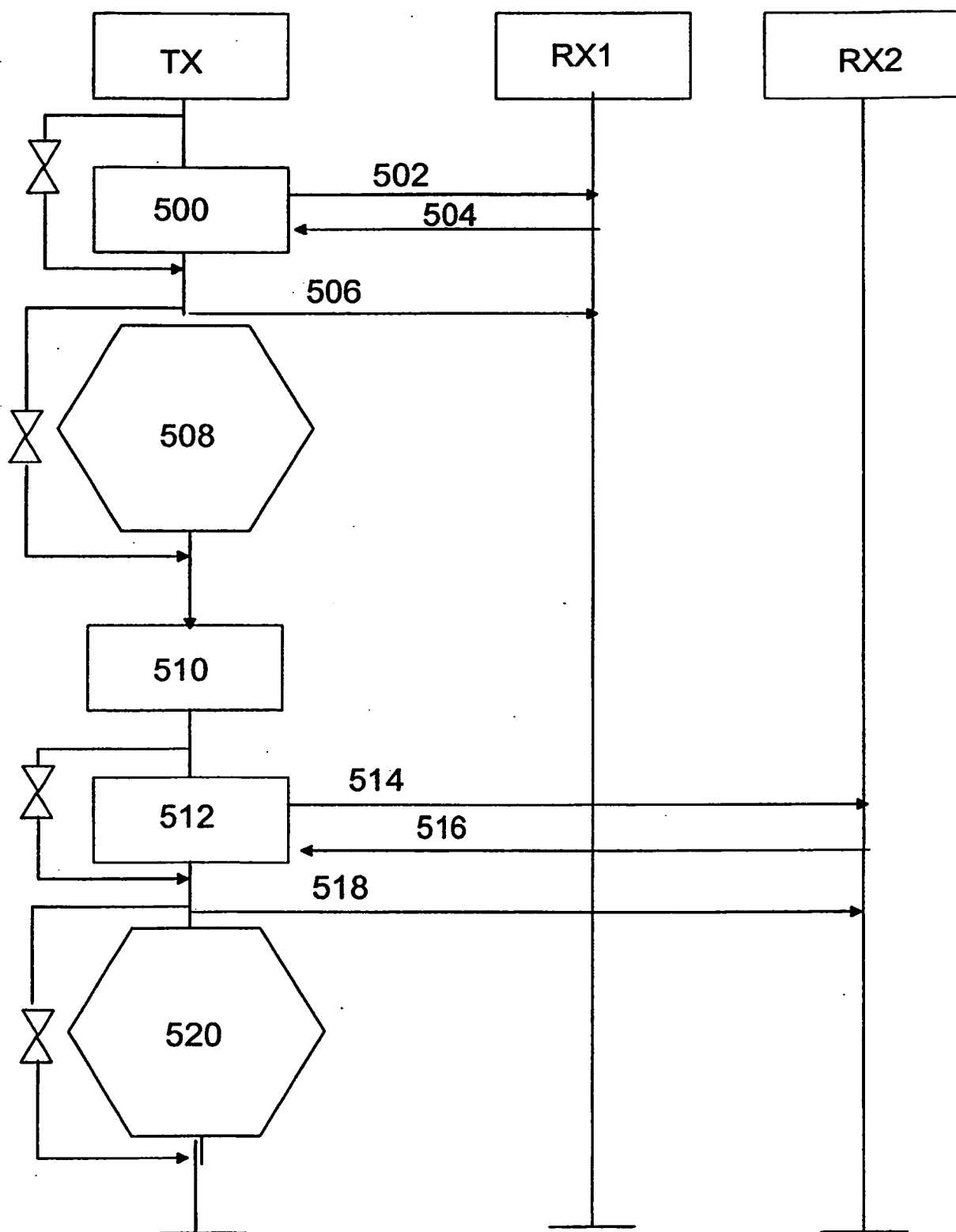


FIG. 5

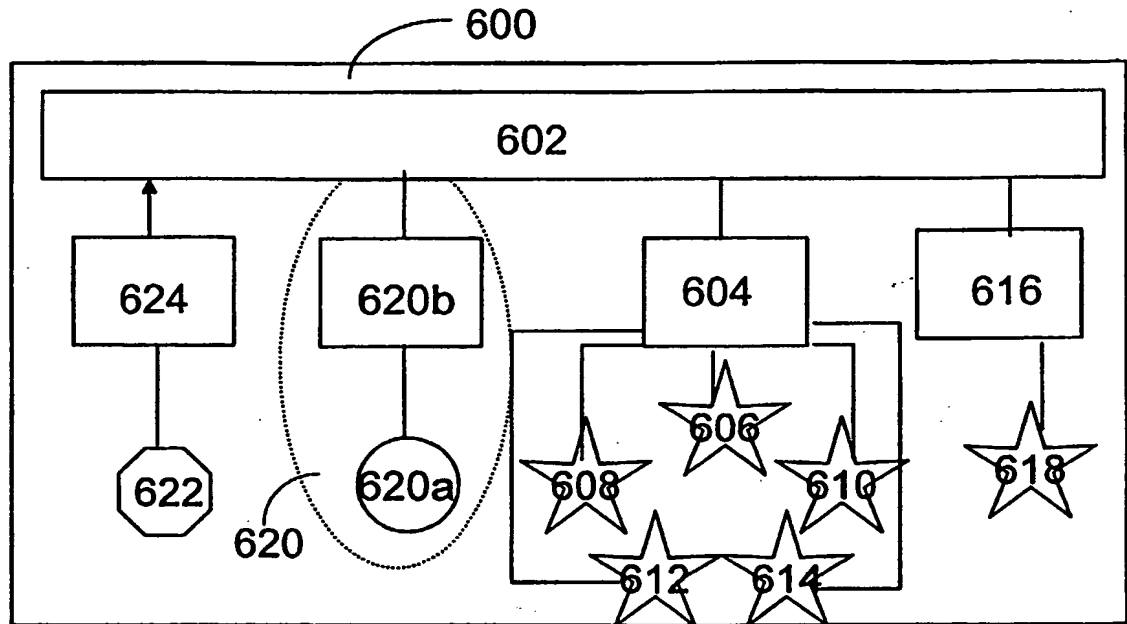


FIG. 6a

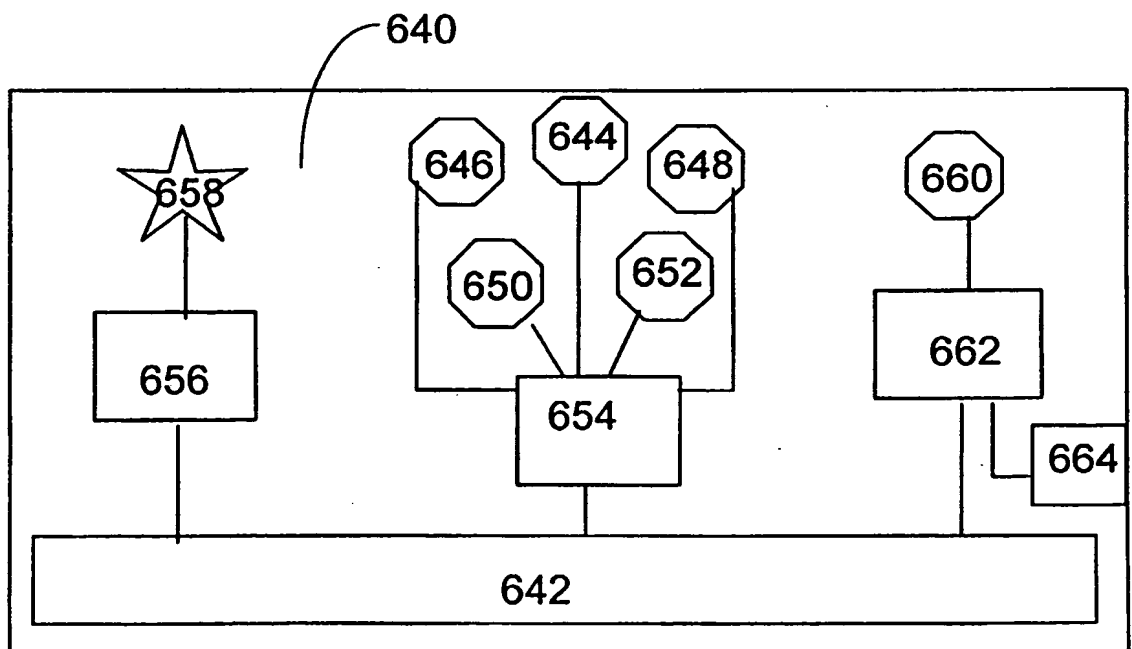


FIG. 6b